

Revisión bibliométrica sobre la realidad aumentada en Educación

Gonzalo Lorenzo Lledó¹; Christina Scagliarini Galiano²

Recibido: 5 de febrero 2017 / Aceptado: 17 de abril de 2018

Resumen. La educación es uno de los pilares básicos de las sociedades actuales. Existen multitud de herramientas que permiten mejorar la calidad de los procesos educativos. Uno de los nuevos instrumentos que están siendo aplicados en los últimos años es la realidad aumentada. Como consecuencia la investigación realizada pretende obtener revisión del estado de la producción científica sobre realidad aumentada en Educación. Para ello se trabajó con la pestaña búsqueda avanzada de la Web of Science obteniendo una muestra de 347 artículos que fueron analizados en función de una serie de indicadores bibliométricos. Los resultados indican que la gran mayoría de las revistas están englobadas en el Emerging Citation Index; a pesar de ello los autores suelen publicar asiduamente en revistas JCR del q3. De la misma manera los autores tienden a citar más aquellos artículos que proceden de años con poca producción científica. Asimismo, España es el país mayor productor de artículos y tienen un gran índice de expansión debido a su bajo índice de aislamiento. Finalmente el periodo 2015-2017 fue el más prolijo. En futuras investigaciones se planteará analizar cuáles han sido las temáticas trabajadas y los sistemas aplicados.

Palabras clave: Realidad Aumentada; Educación; TIC; Análisis Bibliométrico; Web of Science.

[en] Bibliometric review of augmented reality in education

Abstract. Education is one of the basic support of today's societies. There are many tools to improve the quality of educational processes. One of the new instruments being applied in recent years is augmented reality. Therefore, the aim of this research was to obtain a review of the state of scientific production on augmented reality in Education. To do this, it has been worked with the advanced search tab of the Web of Science. After that, it was achieved a sample of 347 articles that were analyzed according to a series of bibliometric indicators. The results indicate that the vast majority of journals are included in the Emerging Citation Index; however, the authors often publish in JCR journals (q3). In the same way, authors tend to cite more often those articles that come from years with little scientific production. In the same way, Spain is the largest producer of articles and has a high expansion rate due to its low isolation rate. Finally, the 2015-2017 period has been the highest year's production. Future research will consider analyzing which topics have been studied on and the systems applied.

Keywords: Augmented Reality; Education; ICTs; Bibliometric Analysis; Web of Science.

¹ Facultad de Educación. Universidad de Alicante
E-mail: glledo@gcloud.ua.es

² Universidad de Alicante
E-mail: chris.sca92@gmail.com

Sumario. 1. Introducción; 2. Método; 3. Resultados; 4. Discusiones; 5. Conclusiones; 6. Referencias bibliográficas

Cómo citar: Lorenzo Lledó, G.; Scagliarini Galiano, C. (2018) Revisión bibliométrica sobre la realidad aumentada en Educación, en *Revista General de Información y Documentación* 28 (1), 45-60.

1. Introducción

En el mundo educativo existe una gran cantidad de nuevas tecnologías que están siendo aplicadas en nuestras aulas. Una de estas tecnologías incipientes que está siendo cada vez más utilizada es la realidad aumentada. Para ello tomaremos como punto de partida las investigaciones de Milgram, Takemura, Utsumi, y Kishino (1995) según los cuales esta tecnología “aumenta” la realimentación natural del operador con imágenes simuladas siendo vistas como una forma de realidad virtual donde la pantalla montada en la cabeza de los participantes con dispositivo HDM permitía una visión clara del mundo real. Posteriormente Azuma (1997) la define como aquella tecnología que combina los elementos reales y virtuales, creando escenarios interactivos en tiempo real y registrados en 3D. Otros autores como Liarokapis, White y Lister (2004) afirman que la realidad aumentada es una combinación de varias tecnologías con el objetivo de mejorar la percepción de los usuarios y la interacción con el mundo real. En la misma línea que lo indicado anteriormente Olabe *et al* (2007); Basogain *et al.* (2007) han concluido que la RA permite al usuario que nunca pierda contacto con el mundo real. Esto se debe a que tiene al alcance de su visión tanto la información real como la información virtual superpuesta con la que puede interactuar. Respecto a los autores anteriores Tapia (2008) añade una serie de características que permiten diferenciar la RA de otras tecnologías. Según Tapia (2008) la primera de las características hace referencia a la combinación de los elementos reales y virtuales. La segunda característica es el procesamiento en tiempo real de la información de forma que esta pueda variar según el punto de vista del usuario y además se favorezca la interacción. La última característica a la que hace referencia es la presencia de imágenes 3D dotada de coherencia espacial. Acorde con lo expuesto por Tapia (2008) los objetos virtuales tienen que guardar muchas similitudes con los objetos reales en lo referente a las propiedades físicas.

En línea con los autores anteriores Mullen (2012) expone que la RA es una combinación de “lo que no está ahí” con lo que existe de forma “imperceptible”. Esto da lugar a que los usuarios puedan disfrutar de una representación mejorada o aumentada del mundo que les rodea. Ireache *et al.* (2014) añade un nuevo aspecto que no había sido trabajado anteriormente y es los componentes de un sistema de realidad aumentada. Para estos autores la RA debe de estar formada por: Una cámara para poder realizar la captura de las imágenes reales, una pantalla de un dispositivo a través de la cual se podría observar la combinación de imágenes reales y virtuales. El tercer elemento sería un procesador que permitiera la mezcla de imágenes para que pudiera ser visualizada en el dispositivo. Por último se necesita un código QR o

sistema de localización donde se almacenará la información.

Desde el punto de vista educativo la RA ha generado una prolíja e intensa línea de trabajo. Fabregat (2012) señala, a partir de los resultados obtenidos en sus estudios, que estas herramientas han provocado que los procesos de formación del alumnado no tengan límites y que se deje de aprender de forma tradicional. Otros autores (Cabero, 2013; Gómez, 2013; Cabero y Barroso, 2015; Cabero *et al.*, 2016) destacan en sus investigaciones que la RA favorece el aprendizaje por descubrimiento, mejora la información y ofrece la posibilidad de visitar lugares históricos o fantásticos. También se señala que la RA permite la interacción con objetos que no están al alcance del alumnado. En este sentido, la forma de presentación de la información con la RA suele ser en libros de texto especiales en los que el alumnado puede ver imágenes en 3D de lo que está estudiando.

Por su parte, Moreno, Leiva y López (2016a) afirman que la RA implica la creación de actividades que faciliten un aprendizaje más colaborativo, inclusivo y de conexión entre el alumnado. De esta forma se produce el diseño y la programación de materiales de diversas áreas y etapas educativas. En esta misma línea, se le atribuye a la RA funcionalidades que favorecen el aprendizaje por descubrimiento y mejora la información disponible para los estudiantes y favorece que el profesorado pueda realizar su trabajo de campo (Moreno, Leiva y Matas (2016) Asimismo, para Moreno, Leiva y López (2016b) la aplicación de RA proporciona un papel activo al alumnado en su aprendizaje de forma que permite desarrollar una serie de competencias con su uso didáctico e instrumental. Continuando con otros estudios, Moreno, Leiva y López (2017) inciden en que la RA en el ámbito educativo incorpora al contexto real de aprendizaje en el aula elementos u objetos virtuales tridimensionales o información digital adicional generados a través de dispositivos (móviles, tablet, gafas de RA, etc.). Cabe tener presente que la inclusión de la tecnología educativa siempre debe tener como horizonte último que suponga una verdadera innovación en los procesos de enseñanza-aprendizaje, y, en este sentido, tal como indican Moreno, López, y Leiva (2018) la RA puede complementar, reforzar, potenciar, amplificar y enriquecer los escenarios, sumando a ello el poder adaptarlos a las características y demandas del alumnado diverso desde una perspectiva inclusiva (Moreno y Leiva, 2017).

El presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión de la producción científica sobre la Realidad Aumentada en el campo educativo a partir de una serie de indicadores durante el periodo 1990-2018. Para ello, se basa en las siguientes preguntas de investigación

- ¿Las revistas y Proceedings presentan un gran prestigio científico en el campo de la realidad aumentada?
- ¿Las instituciones más prolíjas son aquellas que disponen de los autores más productivos?
- ¿Los países más productores disponen de los mayores centros de investigación sobre el tema y además tienen una gran difusión en el exterior?
- ¿Los años más productivos son aquellos que generan los artículos más citados?

- ¿Los equipos de investigación están compuestos por gran cantidad de autores?

El resto del documento está organizado en las siguientes secciones: método en la que se explica todo el proceso llevado a cabo para recopilar la información asociada a los documentos. El tercer punto es la presentación de los resultados y finalmente las discusiones y conclusiones.

2. Método

La investigación se ha pasado en el diseño bibliométrico descriptivo-retrospectivo que permite la selección y organización de los documentos (Montero y León, 2007). Al utilizar esta metodología los pasos a seguir serían los siguientes: búsqueda y selección de la información; en segundo lugar clasificación según los descriptores de los documentos hallados y finalmente el análisis de los datos (Rosa, Huertas y Blanco, 1996).

2.1. Participantes

La muestra estaba formada por 347 artículos publicados durante el periodo de 1990-2018 en la base principal de la Web of Science. Se llevó a cabo un estudio de búsqueda, selección y lectura y análisis individual de los datos desde enero 2017 hasta junio 2017. Las unidades de análisis fueron los papers en inglés y español que tenga como objetivo la realidad aumentada en el campo educativo.

2.2. Diseño y procedimiento

La determinación de la muestra de participantes estuvo condicionada por el uso de búsqueda avanzada de la Web of Science. En esta caja de texto se introdujo las siguientes líneas de código.

TS=("Augmented Reality" AND "Education") OR TI=("Augmented Reality" AND "Education") OR TI= ("Augmented Reality" AND "Pedagogy") OR TS=("Augmented Reality" AND "Pedagogy") OR TI=("Augmented Reality" AND "Teaching") OR TS=("Augmented Reality"and "Teaching") OR TS=("Augmented Reality" AND "Knowledge") OR TI=("Augmented Reality" AND "Knowledge") OR TS=("Augmented Reality" AND "Learning") OR TI=("Augmented Reality" AND "Learning")

Tras aplicar estas líneas de código se obtuvo una muestra aproximada 2256 artículos, a partir de aquí se realizó un filtrado según las categorías de la Web of Science y áreas de investigación que estuvieran relacionadas con educación. De esta forma salieron como categorías Education Educational Research; Education Scientific Disciplines, Social Science Discipline. En el caso de las áreas de investigación fueron escogidas Social Science Other Topics y Education Educational Research. Como consecuencia de la aplicación de estos filtros se

obtuvo una muestra final de 347 artículos. Es necesario remarcar que fueron descartados los libros pertenecientes a la Book Citation Index.

Una vez obtenida la cantidad de documentos deseada, se pasó a examinar los mismos. Se siguieron los siguientes pasos: 1) seleccionar y organizar los documentos relevantes para la investigación y 2) establecer una serie de variables necesarias para la catalogación de la información. En cuanto a la selección de variables en la clasificación de las investigaciones sobre RA es necesario tener en cuenta el Documento (Título, año de publicación y ámbito de investigación); Autoría (número de autores e institución a la que pertenecen); Revista (Título, Temática y Cuartil), el idioma y el país. Así mismo, los indicadores bibliométricos que fueron utilizados son: número de citas por año de publicación (Índice de inmediatez), número de artículos por año de publicación, países productores e idioma de publicación (índice de aislamiento), categorías y áreas de la Web of Science, calidad de revistas y proceedings de congresos, autores e instituciones (índice de colaboración)

3. Resultados

A continuación se detallan los resultados obtenidos a partir de las variables indicadas en el apartado anterior.

3.1. Número de citas por año de publicación

El primero de los indicadores bibliométricos de este estudio, es la evolución temporal del número de citas con respecto al año de publicación. Tras analizar la figura 1 se puede concluir que a partir del año 2008 es cuando se va produciendo un incremento de las citas relacionadas con la temática de realidad aumentada y educación. Se alcanza el punto álgido en el año 2017 con 455 citas.



Figura 1. Evolución del número de citas por años

Dentro del estudio sobre el número de citas que reciben los artículos anualmente es necesario analizar aquellos artículos más citados y su año de publicación. Estos datos quedan recogidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Los 10 artículos más citados

Referencia	Citas	Promedio de citas
Dunleavy, M.; Dede, C., y Rebecca, M. (2009). Affordances and Limitations of Immersive participatory Augmented Reality Simulations for teaching and learning. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , vol. 18 (1), 7-22	190	19
Klopfer, E.; y Squire, K. (2008). Environmental Detectives-the development of an augmented reality platform for environmental simulations <i>Journal of Educational Technology Research and Development</i> , vol. 56(2), 203-228	149	13,55
Liu, T. (2009). A context-aware learning environments for language listening and speaking. <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> , vol. 25(6), 515-527	74	7,40
Chen, K.; y Tsai, C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for future research. <i>Journal of Science Education and Technology</i> , vol. 22(4), 449-462	67	11,17
Liu, T.; Tan, T.; y Chu, Y. (2009). Outdoor Natural Science Learning with and RFID-Supported Immersive Ubiquitous Learning Environment. <i>Journal of Education Technology and Society</i> , vol. 12(4), 161-175	57	5,70
Bacca, J...; Baldiris, S...; y Fabregat, R. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A systematic Review of Research and applications. <i>Journal of Education Technology and Society</i> , vol. 17(4), 133-149	48	9,60
Bressler, D.; y Bodzin, A. (2013). Augmented Reality Trends in Education: A mixed methods of students' flow experiences during a mobile Augmented Reality Science game. <i>Journal of Computer Assisted Learning</i> , vol. 29(6), 505-517	44	7,33
Lindgren, R.; y Johnson-Glenberg, M. (2013). Emboldened by Embodiment: six precepts for research on Embodied Learning and Mixed Reality. <i>Educational Researcher</i> , vol. 42(8), 445-452	41	6,83
Chiang, T...; Yang, S.; y Hwang, G. (2014). An Augmented Reality-based mobile Learning system to improve students' learning achievements and motivations in Natural Science inquiry activities. <i>Educational Technology y Society</i> , vol. 17(4), 352-365	29	5,80
Kesim, M...; y Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: current Technology and the potential for education. In <i>Proceedings of International Conference on Educational Research</i> , pp.297-302. <i>Cyprius</i>	28	4

El artículo más citado corresponde a Dunleavy, Dede y Rebecca (2009) con un valor de 190 citas, y un promedio de 19 citas anuales. El segundo artículo Klopfer y Kurt (2008) tiene 149 citas con un promedio de 13.55 citas. El último de los artículos presenta un número relativamente bajo con 28 y solo 4 citas anuales.

El estudio del número de citas nos permite realizar el cálculo del índice de

inmediatez que determina el tiempo que pasa entre que un artículo es publicado y recibe una cita. Este valor se calcula a partir del cociente entre la relación del número de citas en un año por el número de citas totales que ha recibido (Rueda-Clausen, Villa-Roel, Rueda-Clausen, 2005). Estos datos se pueden observar en la tabla 2.

Tabla 2. Cálculo del índice de inmediatez

Año	Índice
1999	0
2000	0
2001	0
2002	0
2003	0
2004	0
2005	0
2006	0
2007	0
2008	1
2009	2
2010	,8
2011	2,1
2012	2,7
2013	2,0
2014	5,1
2015	2,5
2016	4,2
2017	4,8
2018	1

Los resultados de la tabla indican que los valores más altos del índice se alcanzan en 2014, 2016, 2017 con valores que oscilan entre 4.22-5.13. Por el contrario los valores más bajos ocurren en 2008, 2010 y 2018 con puntuaciones muy cercanas a 1.

3.2. Número de artículos publicados por año de publicación

Los resultados indican que en el periodo 2015-2017, tiene lugar la época más prolija sobre la temática con un 71% de los artículos publicados llegando a un pico de 93 artículos en el año 2017. El cuarto año más productivo es el 2013 con el 10% de los artículos (35). Es significativo que es a partir del año 2007 cuando empieza a generarse un cierto interés (1 artículo) sobre la temática trabajada y a partir de ahí la evolución es bastante rápida. El único año que presenta un descenso es el 2014 con 22 artículos (6%) de la producción general. Finalmente se puede afirmar a la vista de los resultados que el mayor número de publicaciones provoca una mayor cantidad de citas.

3.3. Países productores e idioma de publicación

El idioma de publicación de la gran mayoría de los artículos es el inglés con el 87,16%, seguido del español con el 11,88%. Es significativo que existe un 0.02% de las publicaciones que están escritas en lituano. Sin embargo esta tendencia no se ve reflejada en los países productores ya que España es el mayor generador de contenidos sobre realidad aumentada con un 23% de los artículos, seguido de Taiwán y USA con el 12% y el 9% respectivamente. Con el objetivo de obtener una mayor profundidad de los resultados, se realiza el cálculo del índice de aislamiento (López-Piñero y Terrada, 1992) que determinará si el país productor tiene una gran difusión en otros países. Estos datos están recogidos en la tabla 3.

Tabla 3. Índice de Aislamiento

Países	Porcentaje índice aislamiento
España	13%
Taiwán	32%
USA	40%
Rumania	0%
Turquía	4%

A partir de la tabla, se puede observar como el índice de aislamiento en España es relativamente bajo con solo un 13%. Otro país con otra puntuación relativamente baja es Turquía con solo un 4%. En el lado contrario, se sitúan Taiwán y USA que alcanza el 32% y el 40% respectivamente.

3.4 Tipos de documentos

En la temática trabajada se han encontrado 4 tipos de documentos claramente diferenciados: los artículos de revistas con el 51%, las publicaciones a congresos con el 49%, las reviews son el 2% mientras que las editoriales solo son el 1% de los documentos presentados.

3.5. Categorías de la Web of Science

En este apartado se realizó la selección mediante la búsqueda avanzada de forma que estas quedaron limitadas a: Education Educational Research; Education Scientific Disciplines, Social Science Discipline. En la primera de las categorías están englobados el 94% de los artículos (325), en la segunda 4% (15 artículos), en la última de ellas hay solo el 2% de los documentos (7 artículos).

3.6. Áreas de Investigación

Al igual que ocurrió en el caso anterior y tras realizar un profundo análisis bibliográfico, se escogieron aquellas áreas que están relacionadas con el enfoque

educativo de la realidad aumentada y que son Education Educational Research; Social Science Other Topics. En la primera de las áreas han sido publicados 325 artículos (94%), mientras que 22 artículos (6%) corresponden a la segunda.

3.7. Calidad de las revistas

Una de las principales aportaciones de la investigación es realizar un estudio sobre la calidad de las revistas en la que se publica la temática realidad aumentada y educación. En la revista donde se han publicado la mayor cantidad de artículos es Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education con 14 artículos (15%), la segunda posición la ocupa la Journal of Educational Technology y Society con 13 artículos (14%). En la figura 2, se recoge la calidad de las 26 revistas donde se han publicado los artículos.

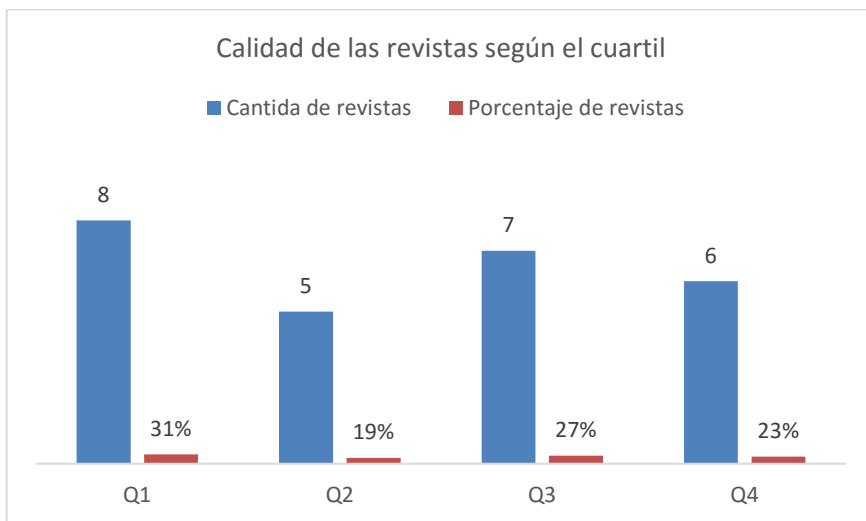


Figura 2. Calidad de las revistas

Tras el análisis de la figura 2, se ha podido percibir que 8 revistas (31%) pertenecen al cuartil 1 de la Journal Citation Report, 7 revistas (23%) corresponden al cuartil 3. Finalmente solo 5 revistas (19%) están publicadas en el cuartil 2. Partiendo de este estudio en la figura 3 se presenta la calidad de los 96 artículos según el cuartil de la revista donde se ha publicado. Es importante resaltar que los restantes 74 artículos publicados en revistas corresponden al Emerging Sources Citation Index.

La figura 3 indica que el 36% de los artículos han sido difundidos en revistas del cuartil 3, el 29% hacen referencia a revistas del cuartil 1, siendo el menor porcentaje de artículos referenciados en el cuartil 4.

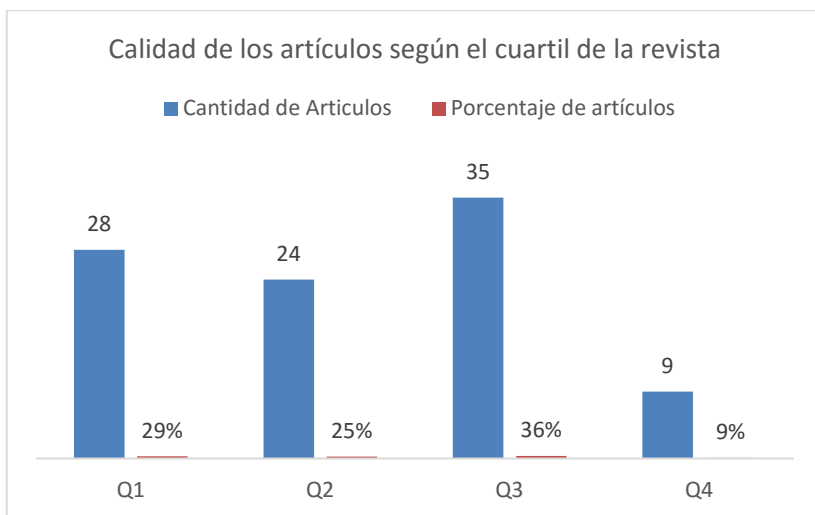


Figura 3. Calidad de los artículos según la revista

3.8. Calidad de los proceedings

El objetivo del análisis de este indicador es determinar cuáles son las conferencias más importantes sobre la temática y ver la calidad de las actas generadas. Existe un total de 164 artículos presentados en congresos de los cuales el 8% (13 artículos) fueron comunicados en “8th International Conference on Education and New Learning Technologies, Edulearn”; la segunda conferencia es la “7th International Conference on Education and New Learning Technologies, Edulearn” con el 7% (12 artículos). Dentro de las 10 conferencias donde se producen las publicaciones sobre el tópico, destaca también la “5th International Conference on Education and New Learning Technologies, Edulearn” con un 2% (4 artículos). Se concluye que la colección de Edulearn agrupa casi el 20% de las publicaciones. A partir del planteamiento de esta línea de trabajo en la tabla 4 se muestra el porcentaje de artículos según la colección y la calidad que estos presentan.

Tabla 4. Porcentaje de papers por colección y calidad

Colección	Porcentaje	Calidad(Hndex, SJR)
Edulearn Proceedings	22%	
Inted Proceedings	21%	
Procedia Social and Behavioral Science E-learning and software for education	13% 9%	H=29; SJR=0,159
ICERI Proceedings	7%	
IEEE Global Engineering Education Conference	4%	H=11; SJR=0,150

El estudio de la figura, nos indica que Inted Proceedings es la segunda colección en importancia con 34 papers (21%), el tercer lugar lo ocupa Procedia Social and Behavioral Science con 22 papers (13%) y el último lugar es para IEEE Global Engineering Education Conference con 7 artículos y un 4% del total. Todas las colecciones están incluidas en el Conference Proceedings Citation Index. En cuanto a la calidad de los proceedings la colección Procedia Social and Behavioral Science presenta un índice $h=29$ mientras que su valor $SJR=0,159$, le sigue la IEEE Global Engineering Education Conference con $h=11$ y un $SJR=0,250$. La tercera posición la ocupa Proceedings of the European Conference on Games Based Learning con $h=9$ y $SJR=0,160$.

3.9. Autores e instituciones

Con el objetivo de poder obtener una imagen lo más realista del uso de la realidad aumentada en la literatura científica, es necesario estudiar cuales son los autores y las instituciones de procedencia. Por ejemplo National Taiwan Normal University acumula 10 artículos (3%), la misma cantidad que la Universidad de Sevilla. De esta Universidad procede Julio Cabero que tiene un índice de productividad (Lotka, 1926) de 0,60 con 4 artículos publicados. La cuarta de las instituciones productoras es Rayerson University 6 artículos (2%) a la que pertenece el segundo de los autores con mayor producción Hui con 5 artículos y un índice de productividad de 0,70. La Universidad de Valencia también con el 2% de los artículos, destaca con autores como Banos y Botella que presentan entre ambos 8 artículos. Sus índices de productividad son 0,6 en ambos casos. Finalmente Gotkas y Kucuk ambos con 5 artículos, son el primer y el tercer productor de artículos sobre la temática; y pertenecen a las Universidades de Ataturk (5 artículos) e Istanbul (5 artículos) respectivamente. Finalmente en cuanto a los equipos de investigación que trabajan la realidad aumentada, ya se puede intuir que los valores oscilan entre 2 y 3 autores. Sin embargo, para una mayor rigurosidad científica se ha calculado el valor del índice de colaboración (Ferreiro y Martín, 1997) y el valor es de 2.9.

4. Discusiones

A lo largo del desarrollo de la presente investigación, se ha pretendido analizar en función de una serie de indicadores cual ha sido la producción científica sobre realidad aumentada y educación. Sirviendo como punto de partida para la obtención de los resultados. Las dos primeras variables con la que se trabajó fueron citas por año y número de artículos siendo el nexo de unión entre ambas el índice de inmediatez. Se pudo observar que a medida que aumentaba la producción, se producía un incremento en el número de citas de los artículos. Siendo el periodo de máximo difusión 2015-2017. El año de mayor producción fue 2017 con 447 citas y 93 artículos con un promedio de 4.80 citas por artículo. Esto contrasta con un valor del índice de inmediatez muy bajo de 2.23. Este valor se interpreta como que a mayor cantidad de artículos existe una mayor riqueza científica y por tanto

el usuario tiende a citar diversos documentos lo que da lugar al índice bajo. Sin embargo, aquellos años con menor cantidad de artículos tienen una menor cantidad de citas y por tanto un valor del índice de inmediatez mayor ya que debido a la poca literatura un artículo tarda más en recibir una cita. Es importante resaltar que los dos artículos que reciben mayor número de citas son del año 2008 y 2009, que no son años de baja producción científica.

Esto datos constatan las afirmaciones de Reinoso (2012) que indicaban por un lado la RA tenía un gran potencial en la enseñanza, el aprendizaje, la investigación y la expresión creativa. Además de que esta herramienta sirve para mejora la práctica educativa y la comprensión de ciertos aspectos de la realidad por parte de los alumnos. Ireache *et al* (2014) ya afirmaba los grandes avances que se habían producido en los sistemas de realidad aumentada con respecto a los inicios de esta tecnología.

En cuanto al idioma de publicación y los países productores, el inglés es el idioma dominante en la presentación de los resultados. Esta tendencia no se constata con los países productores ya que España ocupa el primer lugar con casi el 25% de las publicaciones por delante de países como Taiwán, USA, Rumania y Turquía. Es importante analizar la difusión que tienen estos países, para ello se trabajó con el índice de aislamiento. Los valores más altos correspondían USA y Taiwán con valores del 40% y el 32% respectivamente. Esto significa que en ambos países, la literatura es poco “exportada” al exterior y es consumida por los habitantes del país. En el lado contrario se sitúan Rumania y Turquía con un 4% y 0% respectivamente indicando que es poco consumida por los habitantes del país y que por tanto tiene una gran difusión.

Tanto en las categorías de la Web of Science como en las áreas de investigación, se ha escogido aquellas relacionadas con el punto de vista educativo sin embargo en la categoría y en el área Education Educational Research con el 94% de los artículos, existe una gran cantidad de artículos relacionados con el enfoque tecnológico. Son diversas las razones de estos resultados. Por ejemplo para Vera (1997); Vera y Moreno (2013), la aplicación de la RA no tiene exclusivamente una vertiente tecnológica y debe tener un fuerte apoyo pedagógico. En esta misma línea para Cabero y Barroso (2016) la RA ha despertado un gran interés de aplicación en otros campos y no exclusivamente el educativo.

En cuanto a la calidad de las revistas, la gran mayoría de ellas (48 revistas) pertenecen al Emerging Citation Index. Por el contrario solo 26 revistas (35.13%) están englobadas dentro del Journal Citation Report. A pesar de que existen mayoritariamente revistas del cuartil 1 (q1) con 8; los autores publican en revistas del q3 (35 artículos). Esta tendencia queda constatada porque los dos artículos con mayor número de citas están publicados en revistas del q3 y son Journal of Science Education and Technology; Educational Technology Research and Development. De esta forma se observa como el campo de la RA es una rama en continua expansión y que aún no ha sido aceptada por aquellas revistas con mayor calidad científica. Esto según Cebrían (2011) es consecuencia de que la calidad de la enseñanza está condicionada por la calidad de los aprendizajes que se van a potenciar así como el diseño del proyecto en el cual este enmarcada. Por tanto aún quedan muchos factores desde el punto de vista educativo a tener en cuenta para

una correcta inserción de la RA en los procesos educativos.

Finalmente en cuanto a los autores y las coautorías realizadas, existe una gran cantidad de autores que trabajan sobre la temática. Es debido a que los mayores productores solo tienen el 1.4% de los artículos publicados y además existen más de 100 autores que han presentado artículos. El cálculo del índice de colaboración nos ha indicado que el tamaño de los equipos de investigación está entre 2 y 3 componentes. Las autorías únicas son muy poco frecuentes debido al apoyo que se necesita entre los autores para el diseño de la tecnología y su aplicación educativa. Esto queda reforzado por lo indicado por Moreno, *et al.* (2016b), Moreno y Onieva (2017); Moreno *et al.* (2018) que afirman que la RA nos permite añadir nueva información en nuestro entorno y poder ser utilizado didácticamente en el aula.

5. Conclusiones

En el presente trabajo se ha obtenido las siguientes conclusiones que a continuación se detallan.

El periodo 2015-2017 es la época en la que se produce una mayor producción de artículos sobre realidad aumentada.

La realidad aumentada en el campo educativo presenta una gran variedad de literatura científica. Por el contrario los autores tienden a trabajar con aquellos artículos publicados en años poco prolíficos. Esto ha quedado constatado con los valores del índice de inmediatez.

El inglés es el idioma dominante en el campo de las publicaciones; sin embargo los países de habla inglesa tienden a índices de aislamientos altos lo que da lugar a que su producción sea poco conocida por los otros países.

La mayoría de las revistas para publicar sobre la temática están englobadas en el Emerging Citation Index, la proporción de revistas en el Journal Citation Report es relativamente baja. Por el contrario existe una gran cantidad de revistas presentes en el cuartil 1; a pesar de ello los autores publican en revistas del q3.

Los países donde mayores publicaciones se producen tienen centros relativamente consolidados como por ejemplo en España (Universidad de Valencia y Universidad de Sevilla) o Turquía (Universidad de Ataturk y Universidad de Istanbul). Además son estos centros donde trabajan los autores que tienen índices de productividad más elevados. El análisis de las publicaciones de estos autores nos indica que los equipos suelen ser de 2-3 autores. Esta conclusión fue constatada con el índice de colaboración.

La categoría de la Web of Science y área de investigación donde existen más publicaciones es Education Educational Research lo que corrobora la afirmación que esta tecnología tiene un marcado carácter interdisciplinar.

Las conferencias científicas con mayor difusión científica sobre RA son las organizadas por IATED, Edulearn e ICERI, todas incluidas en el Proceedings Citation Index. Este grupo presenta casi el 50% de los 10 congresos con más publicaciones. Resulta significativo que son las colecciones de Procedia Social and Behavioral Science con un índice $h=29$ y un $SJR=0,159$.

Como futuras líneas de investigación del trabajo se plantea la posibilidad de poder extender el estudio a otras bases de datos lo que permitiría trabajar con una mayor muestra. Así mismo, no se decidió trabajar con el factor de impacto debido a la gran cantidad de problemas que se generaban (Gómez y Bordons, 1996; Amin y Mable, 2000). Uno de los motivos como apuntan Van Leeuwen, Moed y Reedijk, (1999) es que las revisiones tienen en general un mayor impacto que los demás tipos de documentos (artículos, cartas, libros). Por otro lado, el factor de impacto cambia de año en año y no tiene en cuenta que existe una gran cantidad de artículos en las revistas que no reciben citas. (Bordons, Fernández y Gómez, 2002). Para finalizar recomendar la necesidad de analizar en profundidad desde el punto de vista temático, los campos y temas en los que ha sido aplicada la realidad aumentada y los posibles problemas generados.

6. Referencias bibliográficas

- Amin, M.; y Mable, M. (2000). Impact factors: use and abuse. *Perspectives in Publishing*, 1 (1), 1-6.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Basogain X.; Olabe M.; Espinosa K.; Rouèche C.; y Olabe J.C. (2007). Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. En *Proceedings 7ª Conferencia Internacional de la Educación y la formación basada en las tecnologías*, 24-29. Madrid, España.
- Bordons, M.; Fernández, M.; y Gómez, I. (2002). Advantages and limitations in the use of impact factor measures for the assessment of research performance. *Scientometrics*, 53(2), 195-206.
- Cabero, J. (2013). La formación virtual en el nuevo entramado 2.0: el e-learning 2.0. En: Aguaded, I.; Cabero, J. (editores) *Tecnologías y medios para la educación en la e-sociedad*. Madrid: Alianza
- Cabero, J.; y Barroso, J. (2015). Realidad Aumentada: posibilidades educativas. En: Ruiz, J.; Sánchez, J.; Sánchez, E. (editores) *Innovaciones con tecnologías emergentes*. Málaga; Málaga: Universidad
- Cabero, J.; y Barroso, J. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *New approaches in educational research*, 5(1), 46-52
- Cabero, J.; Leiva, J.; Moreno, N.; Barroso, J.; y López, E. (2016). Realidad aumentada y Educación. Innovación en contextos formativos. Barcelona: Octaedro.
- Cebrián, M. (2011). Los centros educativos en la sociedad de la información y el conocimiento. En: Cebrián de la Serna, M.; Gallego, M. (editores) *Procesos educativos con TIC en la sociedad del conocimiento*. Madrid: Pirámide
- Dunleavy, M.; Dede, C., y Rebecca, M. (2009). Affordances and Limitations of Immersive participatory Augmented Reality Simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18 (1), 7-22
- Fabregat, R. (2012). Combinando la realidad aumentada con las plataformas de e-learning adaptativas. *Enlace Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 9(2), 69-78.
- Ferreiro, L.; y Martín, C. (1997). Técnicas bibliométricas aplicadas a los estudios de usuarios. *Revista General de Información y Documentación*, 7(2), 41-68.

- Gómez, M. (2013). Educación Aumentada con Realidad Aumentada. *3er Congreso Internacional sobre Buenas Prácticas con TIC en la Investigación y la Docencia*. Málaga: Universidad de Málaga
- Gómez, I.; y Bordons, M. (1996). Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evaluación científica. *Política Científica*, 46 (1), 21–26.
- Ierache, J.; Mangiarua, N.; Bevacqua, S. et al. (2014). Sistema de catálogo para la Asistencia a la Creación, Publicación, Gestión y Explotación de Contenidos Multimedia y Aplicaciones de Realidad Aumentada. *XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 1-10. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Matanza.
- Klopfer, E.; y Squire, K. (2008). Environmental Detectives-the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Journal of Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228
- Liarokapis, F.; White, M.; y Lister, P. (2004). Augmented Reality Interface Toolkit. *Proceedings of International Symposium on Augmented and Virtual Reality*, 761-767. Londres: IEEE Computer Society
- López-Piñero, J.; y Terrada, M. (1992). Los indicadores bibliométricos y la evaluación de la actividad médico-científica (III). Los indicadores de producción, circulación y dispersión, consumo de la información y repercusión. *Medicina Clínica*, 98(1), 142-148.
- Lotka, A. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of Washington Academy of Sciences*, 16 (12), 317-323.
- Milgram, P.; Takemura, H.; Utsumi, A.; y Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality virtuality continuum. In: Das, H. (eds) *Proceedings of telemanipulator and Telepresence Technologies*. SPIE.
- Montero, I.; León, O. (2007). A guide for naming research studies in Psychology. *International Journal Of Clinical and Health Psychology*, 7(3), 847-862
- Moreno, N.; Leiva, J. y Matas, A. (2016). Mobile learning, Gammificación y Realidad Aumentada para la enseñanza-aprendizaje de idiomas. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 6(1), 16-34
- Moreno, N.; Leiva, J. y López, E. (2016a). Robotica, modelado 3d y realidad aumentada en educación para el desarrollo de las inteligencias múltiples. *Aula de encuentro*, 18(2), 158-183
- Moreno, N.; Leiva, J.; y López, E. (2016b). Experiencia formativa en el uso didáctico de la realidad aumentada con estudiantes del master de formación del profesorado en educación secundaria en la Universidad de Malaga. *Revista Innovación educativa*, 26(1), 265-303
- Moreno, N.; Leiva, J.; y Meneses, E. (2017). La realidad aumentada como tecnología emergente para la innovación educativa. *Revista Notandum. Revista Semestral de Estudios Academicos*, 44(55), 125-140.
- Moreno, N.; y Leiva, J. (2017). Experiencias formativas de uso didáctico de la realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la universidad de Málaga. *Revista Edmetec*, 6 (1), 81-104.
- Moreno, N.; López, E.; y Leiva, J. (2018). El uso de tecnologías emergentes como recursos didácticos en ámbitos educativos. *International Studies on Law and Education*, 29(30), 131-146.
- Mullen, T. (2012). *Realidad aumentada. Crea tus propias aplicaciones*; Madrid: Anaya.
- Olabe, M.; Basogain, X.; Espinosa, K.; Rouèche, C.; y Olabe, J. (2007). Engineering Multimedia contents with Authoring tools of Augmented Reality. *International Technology, Education and Development Conference*, 1-5.
- Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación. En: Hernández,

- J.; Pennesi, M.; Sobrino, D.; Vázquez, A. (Coords) *Tendencias emergentes en educación con TIC*. Barcelona: Espiral
- Rosa, A.; Huertas, J.; y Blanco, J. (1996). *Metodología de la historia de la psicología*. Editorial; Madrid: Alianza editorial
- Rueda-Clausen, C.; Villa-Roel, C.; y Rueda-Clausen, C. (2005). Indicadores bibliométricos: origen, aplicación, contradicción y nuevas propuestas. *MedUNAB*, vol.8 (1), 29-36.
- Tapia, J. (2008). *Juego de realidad aumentada de tanques* (Trabajo Final de Grado); Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña
- Van Leeuwen, T.; Moed, H., y Reedijk, J. (1999) .Critical comments on Institute for Scientific Information impact factors: a sample of inorganic molecular chemistry journals. *Journal of Information Science*, 25 (6), 489-498.
- Vera, J. (1997). Cambio social y evaluación pedagógica de las tecnologías. *Revista Española de Pedagogía*, 55(1), 363-376.
- Vera, J.; y Moreno, N. (2013). Propuestas de actividades con TAC para el aprendizaje del español como segunda lengua (L2) en las ATAL desde un enfoque comunicativo. *Las lenguas en la educación: cine, literatura, redes sociales y nuevas tecnologías*, 275-281. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.